La ventilation et le milieu intérieur

Canada

La ventilation et le milieu intérieur

Bureau de la qualité de l'eau et de l'air
Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs

Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Nous évaluons l'innocuité des médicaments et de nombreux produits de consommation, aidons à améliorer la salubrité des aliments et offrons de l'information aux Canadiennes et aux Canadiens afin de les aider à prendre de saines décisions. Nous offrons des services de santé aux membres des collectivités des Premières Nations et inuites. Nous travaillons de pair avec les provinces pour nous assurer que notre système de soins de santé répond aux besoins de la population canadienne.

Also available in English under the title:
Ventilation and the Indoor Environment

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Téléc. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : publications@hc-sc.gc.ca

La présente publication peut être obtenue dans d'autres formats, sur demande.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2017

Date de publication : Mars 2018

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : H144-54/1-2018F-PDF
ISBN : 978-0-660-25489-0

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ 4
PRÉAMBULE 5
INTRODUCTION 6
STRATÉGIES VISANT À MAINTENIR UNE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR SATISFAISANTE 7
VENTILATION NATURELLE 9
VENTILATION MÉCANIQUE 11
Le système à simple extraction 11
Le système à simple alimentation 13
Le système équilibré 13
Le système de ventilation équilibrée sans récupération de chaleur 14
Le système de ventilation équilibrée à récupération de chaleur 14
Considérations 16
Le choix d'un système de ventilation approprié 16
Entretien 17
Filtres 17
Commandes 18
Les systèmes de ventilation passive 18
FACTEURS CONDITIONNANT LES BESOINS EN VENTILATION ET L'EFFICACITÉ DE LA VENTILATION DANS LES HABITATIONS CANADIENNES 20
Distribution de l'air à travers la maison 20
Occupants 20
Étanchéité à l'air 20
Variations saisonnières 21
Zone climatique ou géographique 21
Polluants de l'air extérieur 22
CONSEILS AUX PROPRIÉTAIRES POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR 23
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 24
ANNEXE 1 27

RÉSUMÉ

Les Canadiens passent environ 90 % de leur temps à l'intérieur. Une ventilation efficace permet d'améliorer la qualité de l'air intérieur, réduisant les niveaux de polluants et d'humidité pouvant directement ou indirectement compromettre le confort des occupants ou causer des effets nocifs.

La ventilation résidentielle est naturelle ou mécanique. Les occupants ont généralement peu de moyens de contrôler la ventilation naturelle, sauf en ouvrant ou en fermant les fenêtres. La ventilation créée uniquement par l'ouverture des fenêtres peut entraîner des coûts excessifs en matière d'énergie, particulièrement en raison des pertes de chaleur en hiver ou de celles d'air conditionné en été. L'ouverture des fenêtres peut également rendre plus difficile la gestion de l'humidité relative en hiver comme en été.

La ventilation mécanique est un important outil d'apport d'air frais dans les habitations canadiennes et est essentielle à une bonne qualité de l'air intérieur dans les habitations étanches. Il existe plusieurs types de systèmes de ventilation mécanique, dont le système à simple extraction, le système à simple alimentation et le système équilibré, le choix du système lui-même reposant sur la nature de l'habitation, ses occupants et le budget disponible. Le système à simple extraction, qui est toujours parmi les systèmes de ventilation les plus utilisés dans les habitations canadiennes, constitue un bon choix pour les propriétaires à la recherche d'une installation simple, relativement bon marché et facile à poser. Le système à simple alimentation est également disponible, mais très peu d'habitations canadiennes s'en servent, puisqu'il éprouve certaines difficultés en matière d'efficacité dans les habitations neuves plus étanches. En général, c'est le système équilibré qui constitue le système de ventilation mécanique le plus efficace, étant réglé pour équilibrer les débits d'air d'extraction et d'admission. Il s'agit notamment du système équilibré standard qui est rarement employé en raison de ses contraintes techniques et de fonctionnement ainsi que des ventilateurs-récupérateurs de chaleur et d'énergie qui captent la chaleur et l'humidité lorsqu'ils sont en marche, assurant ainsi un meilleur contrôle de la qualité de l'air intérieur.

Divers facteurs peuvent conditionner la ventilation résidentielle. Les activités des occupants, l'étanchéité à l'air, les variations saisonnières, l'emplacement de l'habitation et la présence de polluants atmosphériques peuvent tous influer sur la qualité de l'air intérieur.

PRÉAMBULE

Les Canadiens passent environ 90 % de leur temps à l'intérieur. Bien qu'une bonne qualité de l'air intérieur (QAI) passe d'abord par la réduction des sources intérieures de pollution, la ventilation n'en demeure pas moins un outil essentiel. Une ventilation adéquate réduit les niveaux de polluants et d'humidité pouvant directement ou indirectement compromettre le confort des occupants ou causer des effets nocifs.

La ventilation résidentielle est complexe en raison du nombre important de types de systèmes et de stratégies de ventilation. Ce document fournit des informations techniques liées aux systèmes de ventilation résidentielle et examine ceux dont l'utilisation est la plus répandue au Canada ainsi que les facteurs pouvant conditionner la ventilation.

Une bonne compréhension du fonctionnement des différents types de systèmes de ventilation résidentielle et de leurs avantages et contraintes permettra aux responsables de la santé publique et aux inspecteurs et professionnels en bâtiment de donner des conseils pertinents aux occupants sur le choix et le fonctionnement de ces systèmes.

Dans ce document, une *habitation* est décrite comme une maison isolée, un duplex ou une maison en rangée doté de son propre système de chauffage et de ventilation. Les termes *maison* et *habitation* sont utilisés indifféremment. Quant à lui, le Code national du bâtiment emploie le terme *logement* au lieu d'*habitation*.

INTRODUCTION

Dans ce document, le terme *ventilation*, qui peut être interprété de bien des façons, décrit les mouvements d'entrée et de sortie de l'air d'une habitation. Quant à elle, BC Housing (2011) définit l'*enveloppe du bâtiment* comme « l'ensemble des composants du bâtiment qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur et qui comprend les murs extérieurs, les fondations, le toit, les fenêtres et les portes. »

La ventilation naturelle fait référence à la circulation de l'air causée par les différences de pression entre l'intérieur de l'habitation et l'extérieur à travers des ouvertures intentionnelles dans l'enveloppe du bâtiment. L'infiltration est également due aux différences de pression, mais survient de façon accidentelle à travers les fissures de l'enveloppe du bâtiment. Les déplacements d'air provenant de la ventilation naturelle et de l'infiltration sont généralement difficiles à prévoir. Quant à elle, la ventilation mécanique fait référence au mouvement intentionnel de l'air induit par les ventilateurs, les conduits et les ouvertures spécialement aménagées dans l'enveloppe du bâtiment. Elle comprend notamment les ventilateurs d'extraction, les sorties des sécheuses, les hottes de cuisine et les ventilateurs-récupérateurs de chaleur ou d'énergie.

Il y a un siècle, la ventilation naturelle des habitations canadiennes était excessive en hiver, causant des courants d'air, de l'air sec et une consommation élevée de combustibles. Au Canada, en raison de l'attention accrue accordée à la réduction des pertes de chaleur, les bâtiments sont devenus plus étanches à l'air. En règle générale, la ventilation passive ne suffit plus et les codes du bâtiment exigent maintenant la présence d'une forme de ventilation mécanique.

Ce document passe en revue les éléments fondamentaux suivants se rapportant à la ventilation dans les habitations canadiennes :

- les stratégies visant à maintenir une QAI satisfaisante;
- la ventilation naturelle, y compris les fuites d'air de l'habitation et les pressions d'air régnant à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitation;
- la ventilation mécanique et ses différents types, avec les avantages et les inconvénients de chacun, tout en abordant un certain nombre de questions connexes telles que l'entretien des systèmes, le choix des filtres et les commandes des systèmes de ventilation;
- les facteurs conditionnant les besoins en ventilation et l'efficacité de la ventilation dans les habitations canadiennes.

Ce document explique également les principes fondamentaux de la qualité de l'air et de la ventilation résidentielle. Il aborde les configurations et les fonctions des systèmes de ventilation qu'il s'agisse de conception, de construction, d'achat ou de rénovation de maisons. L'annexe 1 résume sous forme de tableau les solutions de ventilation s'offrant à la plupart des Canadiens.

STRATÉGIES VISANT À MAINTENIR UNE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR SATISFAISANTE

De récentes études portant sur les formes d'activités ont démontré que les Canadiens passent la majorité de leur temps dans des locaux conditionnés[1] ou des enceintes où l'air intérieur peut être différent de l'air extérieur. Les maisons représentent les locaux conditionnés où l'on passe le plus de temps, suivies des bureaux, des écoles ou des lieux de travail et des établissements commerciaux ainsi que des voitures et des autobus (Matz, Steib et Brion, 2015). La qualité de l'air dans les maisons et les lieux de travail ou les bureaux influe donc le plus sur l'exposition aux polluants atmosphériques de la plupart des Canadiens. Les enfants, les personnes âgées et d'autres populations vulnérables sont plus exposés aux effets nocifs d'une mauvaise QAI que le propriétaire moyen.

Les stratégies de maintien et d'amélioration de la QAI résidentiel sont nombreuses. Santé Canada recommande d'abord de réduire au maximum les sources de contamination de l'air intérieur. Il s'agit entre autres de ne pas fumer, d'entretenir correctement les appareils de combustion (les cheminées et les poêles, p. ex.), d'éviter la marche au ralenti des voitures ou de faire fonctionner des génératrices à proximité des fenêtres, des portes et des entrées d'air, de ne pas se servir d'un barbecue ou de tout autre appareil de combustion dans un garage attenant, de contrôler le taux et les sources d'humidité (en réparant les fuites d'eau, p. ex.), d'utiliser des biens de consommation et des matériaux de construction à faible émission de composés organiques volatils (COV), et d'éviter autant que possible d'utiliser des produits comme les bougies et les désodorisants.

Pour améliorer la QAI, il faut ensuite s'assurer de l'efficacité de la ventilation en introduisant de l'air neuf dans le bâtiment et en évacuant l'air intérieur vicié, éliminant ou diluant ainsi l'air vicié. L'apport d'air extérieur relativement propre et son mélange avec l'air intérieur permettront de réduire les concentrations de polluants en phase gazeuse qui se sont accumulés dans l'habitation. Plusieurs normes et codes précisent le débit minimum d'air neuf à introduire pour obtenir une QAI satisfaisante (ASHRAE, 2016a, 2016b; CAN/CSA, 2014; CNB, 2010). Ce débit varie quelque peu selon ces normes et codes, et est souvent exprimé en différentes unités de mesure – en litre par seconde (L/s) au Canada. En règle générale, un débit de ventilation de 5 à 10 L/s d'air neuf est requis pour chaque occupant, ce qui correspond à environ un renouvellement d'air complet toutes les trois heures; ce débit varie en fonction du nombre d'occupants et de leurs activités, du volume de l'habitation et de la présence de sources intérieures de polluants. Les débits de ventilation sont établis pour diluer les polluants atmosphériques générés dans une habitation typique (incluant le dioxyde de carbone, l'humidité et les odeurs) ainsi que d'autres polluants émis par la structure de l'habitation, les matériaux de construction, le mobilier et les biens de consommation. Toutefois, si une habitation est située dans une région où la qualité de l'air extérieur est mauvaise, une augmentation de la ventilation pourrait ne pas améliorer la qualité de l'air intérieur. La ventilation pourrait alors être programmée pour ne fonctionner qu'en périodes de faibles niveaux de pollution extérieure (hors des heures de pointe ou des périodes de smog, p. ex.).

[1] Les locaux conditionnés font référence à des milieux intérieurs où l'air peut être chauffé, refroidi, humidifié, déshumidifié ou filtré.

Il s'agit, dans un troisième temps, d'éliminer les polluants déjà présents dans l'air à l'aide d'épurateurs d'air ou de méthodes de filtration. La filtration est particulièrement recommandée pour certains polluants comme les particules et son efficacité de réduction du risque de mortalité due aux particules a été démontrée (Fisk et Chan, 2017). Dans une étude, la filtration semble avoir contribué à améliorer la fonction respiratoire de fumeurs qui se sont servis d'électrofiltres pour éliminer les particules en suspension dans l'air (Weichenthal et al., 2013). Il convient de noter que la filtration ou l'épuration de l'air peut être un choix coûteux ou inefficace en ce qui a trait aux polluants gazeux de l'air intérieur comme le monoxyde de carbone.

Ce document se concentre essentiellement sur la ventilation résidentielle comme moyen de gestion de la QAI, en plus d'aborder certains aspects de la filtration. Santé Canada et d'autres organismes ont produit de nombreux documents traitant du contrôle à la source et d'autres méthodes permettant d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur (Santé Canada, 2016, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2014).

VENTILATION NATURELLE

La ventilation est causée par une différence de pression d'air entre l'intérieur de l'habitation et l'extérieur. L'air se déplace des zones de haute pression vers celles de basse pression. Ceci peut être facilement réalisé à l'aide de la ventilation mécanique (généralement un ventilateur) qui produit une différence de pression permettant à l'air de se déplacer par les ouvertures de l'enveloppe du bâtiment (un conduit vers l'intérieur ou l'extérieur de l'habitation, p. ex.). La ventilation naturelle est beaucoup plus complexe, cette différence de pression pouvant être générée par plusieurs facteurs, dont la différence de température entre l'air intérieur et extérieur, et le vent soufflant sur les façades et sa direction.

Les termes *fuite d'air* (c.-à-d. l'infiltration et l'exfiltration) et *étanchéité à l'air* servent à décrire les mouvements accidentels d'entrée et de sortie de l'air d'une habitation. Une porte ou une fenêtre ouverte constitue une large ouverture ou aire de fuite à travers laquelle l'air peut entrer ou sortir. La pose d'une grille dans cette ouverture permettra de légèrement réduire ce flux d'air. Une cheminée à foyer ouvert, un générateur d'air chaud ou un chauffe-eau à combustible constitue également une large aire de fuite, tout comme le conduit d'évacuation d'une sécheuse qui n'est pas muni d'un clapet antiretour.

Les fissures et les joints de l'enveloppe du bâtiment constituent des aires de fuite peu visibles. Ces ouvertures accidentelles ainsi que d'autres fuites d'air contribuent au manque d'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment. Par exemple, bien qu'un verre à vitre soit étanche à l'air, des fuites d'air peuvent survenir à la jonction du vitrage et du châssis ou du coupe-froid et du cadre. En général, l'aire de fuite des maisons neuves à haut rendement énergétique est bien en deçà de celle des maisons plus vieilles moins étanches à l'air.

Une méthode connue sous le nom de test d'infiltrométrie permet de quantifier les aires de fuite accidentelles (CAN/ONGC, 2005). Les améliorations apportées aux pratiques de construction au cours des dernières décennies ont permis de réduire par plus de 90 % ces aires de fuite accidentelles (Parekh, Roux et Gallant, 2007). Cependant, même si toutes les fenêtres sont fermées, des aires de fuite présentes à divers endroits de l'enveloppe du bâtiment permettent à l'air de circuler, et donc de produire de la ventilation naturelle.

Généralement, la différence de pression d'air entre l'intérieur et l'extérieur donne lieu à de la ventilation par infiltration (mouvement de l'air allant de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment) dans la partie inférieure de l'habitation, et à de l'exfiltration (mouvement de l'air allant de l'intérieur vers l'extérieur du bâtiment) dans la partie supérieure à travers les fissures et les ouvertures de l'enveloppe du bâtiment. Si de l'air pénètre dans l'habitation par une fenêtre entrouverte, l'habitation est dite en pression négative. Si de l'air est expulsé par cette même fenêtre, cela signifie que la pression d'air à l'intérieur de l'habitation est supérieure à celle régnant à l'extérieur et donc que l'habitation est en pression positive.

La pression du vent peut être à la fois positive et négative. Le vent exerce une pression positive sur la façade du bâtiment exposée au vent, poussant ainsi l'air vers l'intérieur, et une pression négative sur la façade opposée et au-dessus du toit, expulsant ainsi l'air vers l'extérieur. L'ampleur de l'infiltration et de l'exfiltration d'air dépend de l'orientation de l'habitation par

rapport au vent, de la vitesse du vent et de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Comme les taux de ventilation varient en fonction de la vitesse du vent et de sa direction, il est difficile de quantifier la ventilation naturelle. Toutefois, la différence de température entre l'intérieur de l'habitation et l'extérieur cause un phénomène appelé *effet de cheminée*, et contribue le plus à l'infiltration au Canada.

Cela est causé par des différences de densité de l'air et la poussée aérostatique. En hiver, l'effet de cheminée se produit lorsqu'une habitation chauffée est entourée d'air extérieur plus froid et plus dense. L'air froid pénètre dans le bâtiment par le bas et l'air chaud sort par le haut par les orifices, les fissures et les fenêtres ouvertes. L'habitation agit donc comme une cheminée, déplaçant l'air de bas en haut. L'infiltration attribuable à l'effet de cheminée contribue généralement le plus à la ventilation que le vent, de grandes différences de température existant entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur (Reardon, 2008). Au printemps ou en automne, le tirage est pratiquement inexistant, la différence de température étant faible entre l'intérieur et l'extérieur (Haysom et Reardon, 1998). Les fuites d'air induites par le vent peuvent contribuer le plus à la ventilation par temps venteux au printemps, en été et en automne, lorsque l'effet de cheminée est faible.

VENTILATION MÉCANIQUE

Plusieurs types de systèmes de ventilation mécanique existent dans les habitations canadiennes pour augmenter la ventilation et améliorer la qualité de l'air intérieur, notamment :

- les systèmes à simple extraction;
- les systèmes à simple alimentation;
- les systèmes équilibrés (combinant extraction et alimentation)
    - sans récupération de chaleur;
    - à récupération de chaleur
        - les ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC);
        - les ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRE);
- les générateurs d'air pulsé;
- des combinaisons de ces systèmes.

L'annexe I résume ces différentes options de ventilation.

Le système à simple extraction

Parmi les trois principales catégories de systèmes de ventilation mécanique, le système à simple extraction (le ventilateur d'extraction de la salle de bain et la hotte de cuisine à évacuation, p. ex.) demeure toujours l'un des systèmes les plus utilisés dans les habitations canadiennes, éliminant à la source les polluants des zones les plus contaminées ou les plus humides comme la salle de bain ou la cuisine. Il constitue un moyen efficace de réduire au maximum les problèmes de QAI, en plus d'être une exigence du Code national du bâtiment. Les appareils électroménagers comme les sécheuses, les chauffe-eau à évacuation forcée et les systèmes centraux d'aspiration peuvent également extraire un volume d'air important.

Le système à simple extraction est simple, relativement bon marché et facile à installer. Toutefois, comme l'air neuf provient de fuites d'air, et donc d'une entrée non contrôlée, il peut transporter des polluants provenant de l'extérieur ou des matériaux de construction présents dans les cavités murales ou le grenier ainsi que des gaz souterrains comme le radon. Ce système crée une dépression à l'intérieur de l'habitation en évacuant de l'air du bâtiment. Bien que son utilisation permette d'augmenter de façon efficace la ventilation dans la maison, une hotte de cuisine à évacuation doit être équipée d'un système adéquat d'air de compensation (Holladay, 2013). Une dépressurisation importante de l'habitation (5 Pa, p. ex.) causée par l'étanchéité à l'air et de forts débits d'évacuation d'air peut provoquer un refoulement dans les appareils munis d'un conduit de fumée (une cheminée à foyer ouvert ou un chauffe-eau à tirage naturel, p. ex.) (SCHL, 2004b). En l'absence d'un volume suffisant d'air de compensation, de l'air pourrait être aspiré par le conduit de fumée des chauffe-eau ou les cheminées à bois par refoulement, bien que certaines habitations soient équipées de clapets au niveau de l'échappement. L'utilisation d'appareils de combustion ne rejetant pas d'émanations (les appareils à combustion étanche, p. ex.) permet d'éviter ce genre de situation. Pour prévenir les problèmes causés par la dépressurisation, un volume suffisant d'air de compensation doit être introduit par les fenêtres ouvertes, les entrées d'air ou les ventilateurs de soufflage, ce qui pourrait cependant compliquer

l'installation et le fonctionnement du système. Il est préférable d'installer un système équilibré s'il faut évacuer et introduire de l'air simultanément.

Le fait que la ventilation se limite aux pièces où sont installés les ventilateurs d'extraction constitue un autre inconvénient du système à simple extraction. Un système de distribution de l'air doit alors fonctionner en parallèle pour qu'un système à simple extraction soit efficace à l'échelle de la maison. Il pourrait tout simplement s'agir de faire fonctionner sans interruption le ventilateur de recirculation du générateur d'air chaud en même temps que le ventilateur d'extraction. Toutefois, comme il n'existe que peu de connexions câblées entre le système à simple extraction et le générateur d'air chaud ou le système central de distribution de l'air, un professionnel pourrait installer une commande automatique de ventilateur qui raccorderait le ventilateur d'extraction au ventilateur de recirculation du générateur d'air chaud.

L'usage sporadique des systèmes à simple extraction dans la plupart des habitations canadiennes constitue une autre lacune de ces systèmes. Des études portant sur les essais de ventilation et de qualité de l'air dans les habitations ont indiqué que les ventilateurs d'extraction de salle de bain ne sont utilisés que pendant de courtes périodes, voire pas du tout. En moyenne, les ventilateurs de salle de bain sont utilisés pendant moins de 30 minutes par jour et ceux de la cuisine de 15 à 45 minutes (Van Ryswyk, 2017, non publié). En hiver, leur utilisation excessive peut entraîner des coûts de chauffage élevés.

L'extraction centrale est une autre forme de système à simple extraction. Elle consiste à raccorder ensemble plusieurs ventilateurs ou à relier plusieurs pièces (trois salles de bain, p. ex.) à un seul ventilateur d'extraction. De tels systèmes sont rarement utilisés dans les maisons individuelles du Canada, même s'ils constituent des systèmes plus complets de ventilation que les ventilateurs distincts de salle de bain et de cuisine. Leur installation est plus complexe et plus coûteuse. Le système central augmente également le risque de refoulement et favorise l'infiltration des gaz souterrains dont le radon, déplaçant plus d'air qu'un simple ventilateur de salle de bain. Autrefois, les systèmes centraux d'extraction étaient installés loin des aires de repos de la maison pour éviter les problèmes de bruit. Aujourd'hui, il existe des ventilateurs d'extraction plus silencieux, ce qui permet d'éviter de les poser dans des zones plus éloignées.

En résumé, les avantages des systèmes à simple extraction sont les suivants :

- Ils sont généralement bon marché et faciles à installer.
- Ils peuvent éliminer à la source les polluants de sources intérieures.
- Les ventilateurs de qualité supérieure peuvent être silencieux et discrets.
- Leur utilisation est relativement bon marché et ils nécessitent peu d'entretien.

Ils ont toutefois les inconvénients suivants :

- Ils créent une dépressurisation dans la maison, qui peut provoquer l'infiltration de gaz souterrains dont le radon ou le refoulement des appareils de combustion.
- L'air de compensation est introduit dans la maison par des ouvertures accidentelles, comme des fissures et des orifices, qui ne constituent pas toujours une source propre d'air

frais, ce qui pourrait causer un sentiment d'inconfort chez les occupants ainsi qu'une dégradation de l'enveloppe du bâtiment.

- Ils nécessitent un système de distribution pour assurer de l'air frais à l'ensemble de l'habitation.
- Leurs impacts sur les taux de ventilation sont difficiles à prédire en raison des diverses sources d'air neuf.
- Comme les ventilateurs d'extraction couramment utilisés dans les salles de bain et les cuisines ne sont pas considérés comme des systèmes de ventilation par les occupants, ils ne sont utilisés que de façon sporadique dans la plupart des habitations, entraînant ainsi une sous-ventilation des maisons plus étanches.

Le système à simple alimentation

Contrairement au système à simple extraction, le système à simple alimentation introduit de l'air dans l'habitation à l'aide d'un ventilateur, mettant ainsi sous pression le milieu intérieur. Cela entraîne l'exfiltration d'air chaud et humide par toutes les fissures et les ouvertures de l'enveloppe du bâtiment durant les mois d'hiver. Lorsque cet air chaud et humide expulsé de l'habitation entre en contact avec des surfaces plus froides, de la condensation et des problèmes de moisissure peuvent survenir, ce qui pourrait conduire à une dégradation de l'enveloppe du bâtiment ou à des problèmes de qualité de l'air intérieur.

Ce document ne fournira pas de description détaillée des systèmes à simple alimentation, puisqu'ils sont rarement employés au Canada. Les systèmes installés au Canada comportent généralement un conduit d'entrée acheminant de l'air frais au conduit de reprise du générateur d'air chaud. Ils ne ventilent pas adéquatement pour les raisons suivantes : 1) leur débit est généralement trop faible, 2) l'air froid introduit de l'extérieur peut causer des problèmes de condensation au niveau de l'échangeur thermique du générateur d'air chaud, 3) le ventilateur du générateur d'air chaud doit fonctionner sans interruption pour distribuer adéquatement l'air dans toutes les pièces. Comme ces systèmes sont très efficaces si le taux de ventilation requis est faible, ils constituent tout de même une option simple et rentable qui ne devrait pas être rejetée sur-le-champ. La mise sous pression de l'habitation peut être contrôlée par des ouvertures existantes telles que les conduits d'évacuation des ventilateurs d'extraction et les cheminées à tirage naturel. Les avantages de tels systèmes sont leur faible coût et leur peu d'entretien. Bien que ce type d'installation ne soit pas recommandée dans les habitations neuves plus étanches, sa pose peut être envisagée dans les plus vieilles maisons.

Le système équilibré

Contrairement aux systèmes à simple extraction et à simple alimentation, le système équilibré génère des débits d'extraction et d'admission (ou d'alimentation) du même ordre de grandeur. La pression régnant dans l'habitation ne devrait donc pas changer lorsque ce système est en marche, les débits d'air entrant ou sortant à travers l'aire de fuite de l'habitation demeurant inchangés. Ce type de système de ventilation devrait toujours être calibré au moment de son installation, puis régulièrement soumis à des essais pour s'assurer qu'il demeure équilibré.

Le système de ventilation équilibrée sans récupération de chaleur

Ce système introduit et expulse un débit d'air du même ordre de grandeur à travers l'enveloppe du bâtiment à l'aide de deux ventilateurs, l'un qui introduit de l'air dans l'habitation et l'autre qui évacue l'air vers l'extérieur. Ce système peut également comprendre un ventilateur d'extraction raccordé à un réseau de conduits de reprise. Certains systèmes incluent aussi une boîte de mélange où sont combinés l'air neuf et l'air vicié, transférant ainsi une partie de la chaleur de l'air vicié à l'air neuf. Ce système présente toutefois plusieurs problèmes. Il est difficile de déterminer le volume d'air frais admis dans l'habitation et le volume d'air évacué au même moment. Il est également sujet au gel et à la condensation en hiver. Ce type de système ne sera pas examiné plus en profondeur, étant peu utilisé et ayant été amélioré par l'ajout de récupération de la chaleur.

Le système de ventilation équilibrée à récupération de chaleur

Il existe deux grandes catégories de systèmes équilibrés disponibles sur le marché, soit les ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC) et les ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRE). Tous deux transfèrent la chaleur de l'air évacué à l'air admis. Le VRE permet également un échange d'humidité entre l'air plus humide et l'air plus sec. Les habitations neuves devenant de plus en plus étanches à l'air, les codes du bâtiment exigent maintenant l'admission et la distribution d'air frais ainsi que l'expulsion d'air vicié pour éviter les problèmes de qualité de l'air intérieur. Cela a donné lieu à une augmentation constante de l'installation de VRC ou de VRE dans les maisons neuves au cours des dix dernières années.

Ventilateurs-récupérateurs de chaleur

Les VRC ont été conçus pour les habitations étanches à l'air exigeant des systèmes de ventilation mécanique pour maintenir une QAI adéquate. Le coût de fonctionnement du VRC est inférieur à celui d'autres systèmes de ventilation, tout en fournissant le même débit d'air (SCHL, 2015). En hiver, la chaleur de l'air vicié est transférée à l'air admis, réchauffant ainsi l'air neuf et réduisant les coûts de chauffage. Lorsqu'il fait chaud à l'extérieur et que le chauffage est éteint, le VRC inverse le processus d'échange de chaleur, transférant une partie de la chaleur de l'air admis à l'air vicié évacué pour rafraîchir l'intérieur de l'habitation. En retirant une partie de cette chaleur, la plupart des VRC réduisent également la charge du climatiseur et du même coup les coûts de climatisation. Toutefois, tout système de ventilation mécanique fonctionnant en été peut augmenter le taux d'humidité dans la maison, ce qui sollicitera davantage le climatiseur. Pour éviter un taux d'humidité trop élevé dans la maison en été, il est préférable d'utiliser un VRE au lieu d'un VRC, ou encore un déshumidificateur.

Un VRC peut également rendre l'air intérieur plus sec en hiver, ce qui n'est pas nécessairement une bonne chose. Par exemple, une augmentation du taux de ventilation du VRC d'une habitation dont les fenêtres sont souvent couvertes de condensation durant la saison hivernale en raison de la présence de nombreux occupants ou d'activités produisant de l'humidité (la cuisson d'aliments, la prise de douches et de grands jardins intérieurs, p. ex.) permettra de réduire le taux d'humidité relative intérieure par dilution avec de l'air frais sec. Par contre, l'utilisation d'un VRC dans une habitation ayant déjà un faible taux d'humidité peut provoquer un assèchement

excessif. Cet assèchement ne se produit pas en hiver avec un VRE, puisqu'il transfère à la fois l'humidité et la chaleur (Lajoie, 2015).

Les VRC sont généralement équipés de commandes plus sophistiquées que les systèmes à simple extraction ou à simple alimentation, ce qui permet d'ajuster le taux de ventilation dans les situations suivantes :

- un débit faible continu lorsque le VRC est utilisé comme complément à la ventilation naturelle;
- un taux de ventilation plus élevé lorsque les occupants sont nombreux, durant des activités produisant des concentrations élevées de polluants ou en périodes d'humidité relative plus élevée;
- un taux de ventilation préétabli pour la maison par le Code national du bâtiment;
- un taux de ventilation établi en fonction de la capacité du VRC.

Les VRC sont généralement munis d'un cycle de dégivrage, le noyau d'échange thermique pouvant geler en hiver. L'eau du mécanisme de dégivrage doit être évacuée par un drain. Certains mécanismes de dégivrage bloquent le fonctionnement du ventilateur de soufflage pendant un certain temps, transformant ainsi le VRC en ventilateur d'extraction. De tels systèmes peuvent provoquer une dépressurisation importante de l'habitation, similaire à celle créée par l'utilisation d'une puissante hotte de cuisine (RNCan, 2015; Holladay, 2013).

Ventilateurs-récupérateurs d'énergie

Les VRE sont comparables aux VRC en matière de composition et de fonctionnement, avec une différence majeure : ils permettent un transfert d'humidité et de chaleur entre les circuits d'air. Un VRE peut constituer une meilleure option en ce qui a trait à la ventilation d'habitations dont l'humidité relative est déjà faible en hiver. Pendant les mois d'hiver, une partie de la chaleur et de l'humidité de l'air sortant est transférée à l'air frais entrant, ce qui évite de réduire l'humidité relative de l'habitation lorsque de l'air extérieur froid et sec y est admis. Un VRE peut également être un bon choix en été dans une maison climatisée dont les fenêtres sont fermées. Une ventilation adéquate y sera toujours nécessaire, mais l'apport d'air chaud neuf non climatisé peut provoquer un taux d'humidité relative intérieure supérieur à celui recommandé par Santé Canada qui est inférieur à 50 % (Santé Canada, 2016). Le VRE permettra de transférer une partie de cette humidité extérieure à l'air expulsé. Le climatiseur sera alors moins sollicité pour refroidir et déshumidifier l'air frais, réduisant ainsi les coûts de climatisation.

Les VRC et les VRE nécessitent tous deux un système de distribution d'air à travers la maison. Comme ils sont munis de leur propre ventilateur, ils n'ont pas besoin de celui du générateur d'air chaud, contrairement à la plupart des systèmes à simple extraction et à simple alimentation. L'utilisation de ventilateurs écoénergétiques pour les VRC ou les VRE et une distribution de l'air par le réseau de conduits du système de ventilation peuvent mener à des coûts de fonctionnement encore plus bas. Les conduits du système de ventilation peuvent également être arrangés de façon à ce que les sorties de ventilation proviennent des pièces de moindre QAI (la cuisine, les salles de bain et le sous-sol, p. ex.), alors que l'air neuf de l'extérieur est distribué dans les chambres à coucher ou les salles de séjour.

Les systèmes équilibrés ne sont généralement pas installés avec leurs propres conduits d'air s'il existe déjà un générateur d'air pulsé (déjà muni de conduits d'air) dans l'habitation. Pour éviter les coûts et la complexité rattachés à la pose d'un réseau distinct de conduits de ventilation, les conduits des VRC et des VRE sont généralement raccordés à ceux du générateur d'air chaud. L'air expulsé par un VRC ou VRE est donc constitué de l'air de toute la maison (et non de pièces particulières) qui lui se mélange à l'air neuf provenant de l'extérieur. Les moteurs des ventilateurs de recirculation des générateurs d'air chaud plus anciens sont souvent inefficaces, nécessitant entre 500 et 800 W pour distribuer l'air de ventilation, alors que les VRC les plus efficaces sont équipés d'un moteur de 30 W. Les nouveaux générateurs d'air chaud comportent généralement des moteurs de ventilateur à haut rendement qui sont bien moins chers à opérer. Bien qu'un propriétaire puisse réduire ses coûts d'investissement en raccordant le système de ventilation équilibrée au réseau de conduits du générateur d'air chaud, il perd en flexibilité au niveau de l'emplacement des bouches d'entrée et de sortie de ventilation. Le ventilateur de recirculation d'un générateur d'air chaud, plus ancien et moins efficace, peut également accroître les coûts de fonctionnement (d'électricité).

En résumé, les avantages des VRC et VRE sont les suivants :

- Ce sont souvent les systèmes les plus rentables qui fonctionnent sans interruption.
- Ils aident à maintenir de faibles taux d'humidité en hiver en introduisant de l'air sec.
- Ils sont souvent flexibles en matière d'emplacement de l'extraction d'air vicié et d'admission d'air frais.
- Ils sont relativement silencieux.
- Il existe à l'heure actuelle des systèmes à double noyau permettant aux propriétaires d'utiliser l'appareil comme un VRC (préférable en hiver), ou de retirer le noyau d'échange thermique et de s'en servir comme d'un VRE (préférable en été).

Ils ont toutefois les inconvénients suivants :

- Ce sont les systèmes les plus chers à acheter et à poser.
- Leur fonctionnement peut être complexe et les panneaux de commande sont souvent peu intuitifs.
- Ils requièrent plus d'entretien que les autres systèmes et les propriétaires n'en sont pas conscients la plupart du temps.

Considérations

Le choix d'un système de ventilation approprié

Le bon fonctionnement d'un système de ventilation repose sur l'équipement et les conduits d'air. Chaque composant doit être bien choisi et installé pour obtenir l'efficacité attendue.

Dans les maisons neuves, le système de ventilation doit respecter le code du bâtiment de la province et être posé par un technicien certifié. S'il en a l'occasion au moment de l'achat, le propriétaire devrait d'abord choisir entre un système à simple extraction et un système équilibré.

Il devrait ensuite décider si le système de ventilation devrait avoir son propre réseau de conduits ou si l'air de ventilation devrait être acheminé au système de distribution d'air du générateur d'air chaud. En l'absence d'un générateur d'air chaud (plinthes électriques ou planchers chauffants, p. ex.), le système de ventilation équilibrée aura besoin de son propre réseau de conduits.

Avant de poser un système de ventilation dans une maison existante, il faudra répondre à de nombreuses questions, notamment :

- Étant donné l'étanchéité à l'air de l'habitation, quelles sont les exigences en matière de débit d'air du système de ventilation?
- Un réseau de conduits pourra-t-il être installé dans l'habitation?
- Quels sont les coûts liés à la pose et au fonctionnement du système de ventilation?

Certaines provinces exigent l'installation de VRC dans les maisons neuves, alors que les systèmes équilibrés ou à simple extraction (malgré leurs contraintes) conviennent mieux aux projets de rénovation. L'entrepreneur en ventilation engagé par le propriétaire doit s'assurer que tout système à simple extraction installé ne génère aucun problème de dépressurisation dans la maison et qu'il peut fonctionner correctement en combinaison avec le système de chauffage ou de refroidissement existant.

Entretien

Pour bien fonctionner, le système de ventilation doit être régulièrement entretenu et correctement utilisé. L'entretien des ventilateurs d'extraction n'exige rien d'autre que l'époussetage périodique des pales du ventilateur et une vérification de l'ouverture et de la fermeture des volets de la grille extérieure. L'entretien des ventilateurs-récupérateurs de chaleur et d'énergie est plus exigeant, nécessitant entre autres le nettoyage ou le remplacement des filtres à air, l'enlèvement de tout débris des entrées et des sorties d'air, le nettoyage annuel du noyau d'échange thermique et du drain et du bac à condensat, et l'entretien courant des ventilateurs et des volets motorisés s'il y a lieu. La recherche a démontré qu'un nombre important de personnes possédant des VRC ou des VRE ne prennent pas le temps d'effectuer ces travaux qui ne demandent que quelques minutes. L'absence d'un entretien adéquat affecte la performance du système de ventilation. Un document publié par la Société canadienne d'hypothèques et de logement en 2010 explique en détail les exigences en matière d'entretien des VRC.

Filtres

L'air entrant par infiltration durant le fonctionnement d'un système à simple extraction n'est pas filtré. Certaines particules en suspension peuvent être éliminées lors du passage de l'air entrant à travers la structure et le revêtement de l'habitation, mais il ne s'agit pas de filtration à proprement parler. D'autres contaminants comme les gaz souterrains peuvent s'infiltrer dans l'habitation en raison de la pression négative qui y règne; toutefois, ces gaz y pénètrent surtout par les fondations. Les VRC et les VRE sont munis de filtres en ligne pour protéger les ventilateurs et les noyaux d'échange thermique de la poussière et des débris. Ces filtres doivent être dépoussiérés au moyen d'un aspirateur ou lavés au moins tous les deux mois pour ne pas

affecter les débits d'air. Tout comme le filtre posé du côté de l'entrée d'air frais, celui installé du côté de la sortie d'air vicié doit être entretenu régulièrement ou remplacé pour éviter de contaminer le noyau d'échange thermique. Il convient de noter que les filtres des VRC et des VRE ne peuvent éliminer les particules fines, n'ayant été conçus que pour retenir les insectes et les grosses particules. Des VRC ou VRE munis de filtres haute efficacité pour les particules de l'air sont maintenant disponibles sur le marché. Il peut être également utile d'installer un système de filtration plus efficace et plus complet du côté de l'entrée d'air du VRC ou du VRE en complément du filtre de l'appareil s'il y a des préoccupations quant à la qualité de l'air frais entrant – par exemple, si les occupants souffrent d'allergies au pollen ou sont touchés par des sources de pollution atmosphérique issue du trafic routier ou d'habitations avoisinantes.

Commandes

Divers dispositifs de commande peuvent être utilisés avec les systèmes de ventilation résidentielle, dont les minuteries, les humidistats et les détecteurs de dioxyde carbone. Leur utilisation n'est pas toujours intuitive. L'humidistat, par exemple, met en marche le système de ventilation lorsque l'humidité relative de l'habitation dépasse un certain seuil. Cette stratégie de contrôle est basée sur un mode hiver durant lequel une augmentation du niveau de ventilation rend l'air plus sec. Toutefois, en voulant augmenter la ventilation, les occupants ont plutôt tendance à augmenter le réglage de l'humidistat, faisant ainsi accroître le taux d'humidité relative mettant en marche le système de ventilation. Par conséquent, le système de ventilation fonctionnera moins souvent. L'humidistat n'est pas un appareil de commande efficace en été, l'air frais étant souvent plus humide que l'air intérieur. C'est l'utilisation d'air conditionné qui permettra alors d'abaisser l'humidité relative dans la maison. Une augmentation des taux de ventilation dans les habitations sans air conditionné en été fera généralement augmenter le taux d'humidité à l'intérieur sans le fonctionnement d'un système de déshumidification.

Dans les maisons neuves, le système de ventilation devrait fonctionner sans interruption à faible ou moyen régime sur la plus grande partie de l'année, mais les occupants devraient être en mesure de facilement augmenter la ventilation s'il y a lieu. Le système équilibré pourrait alors fonctionner à pleine vitesse ou encore être complété par l'utilisation de ventilateurs d'extraction de cuisine ou de salle de bain. Les ventilateurs à vitesse variable des systèmes à simple extraction offrent cette flexibilité lorsqu'il est nécessaire d'augmenter les débits.

Des études ont démontré que le ventilateur du générateur d'air chaud utilisé pour distribuer l'air de ventilation ne doit pas rester allumé en permanence pour produire un brassage adéquat de l'air, mais seulement fonctionner pendant quelques minutes toutes les heures (NREL, 2008). Un dispositif connu sous le nom de régulateur de cycles du ventilateur peut être installé sur le générateur d'air chaud et programmé pour mettre en marche le ventilateur et ainsi produire un débit d'air allant au-delà de ce qui est nécessaire pour chauffer ou refroidir. De cette manière, le régulateur de cycles du ventilateur enregistre le nombre d'heures requises pour le chauffage et le refroidissement. Ceci diminue proportionnellement le nombre d'heures requis pour la ventilation d'appoint, réduisant du même coup la consommation d'énergie.

Les systèmes de ventilation passive

La ventilation passive est une technologie relativement nouvelle développée en Europe, qui gagne en popularité au Canada. Cette technologie repose sur un emplacement minutieusement choisi de la maison, la forme du bâtiment, l'isolation et les fenêtres, et prend en compte le climat local. Les maisons passives sont très étanches de façon à maximiser l'efficacité énergétique. Ce document ne se penchera pas sur les maisons passives, mais il est recommandé de se renseigner davantage sur le sujet.

FACTEURS CONDITIONNANT LES BESOINS EN VENTILATION ET L'EFFICACITÉ DE LA VENTILATION DANS LES HABITATIONS CANADIENNES

Distribution de l'air à travers la maison

Les systèmes existants de distribution de l'air présentent différents degrés d'efficacité. Les habitations qui ne sont pas équipées d'un réseau de conduits, comme celles chauffées uniquement par des plinthes électriques ou des radiateurs, pourraient rencontrer certains problèmes de ventilation les rendant plus sujettes à une mauvaise qualité de l'air intérieur. Par exemple, l'air frais pénétrant dans une pièce de la maison comme le sous-sol pourrait ne pas atteindre toutes les autres pièces comme les chambres à coucher avec portes fermées situées au second étage. Toutefois, un certain volume d'air sera brassé et transporté dans la maison par des courants générés par des facteurs comme la chaleur, les déplacements des occupants et les ouvertures de portes. Dans la plupart des cas, il y a peu de différences de pression d'air entre les pièces et les mouvements de l'air entre les pièces se font par diffusion aléatoire. L'air des habitations à aire ouverte est relativement bien brassé. Par contre, un certain volume d'air non brassé sera présent à certains endroits des habitations ayant de nombreuses portes fermées et plusieurs corridors. Les endroits plus sujets aux infiltrations comme les sous-sols en hiver peuvent constituer une source d'air frais tant que le sol et le milieu environnants ne sont pas contaminés. Le taux de renouvellement de l'air des pièces aux portes fermées (particulièrement celles avec ou sans petite fente au-dessus du tapis sous la porte) est plus faible que celui du reste de la maison, ce qui pourrait causer une accumulation de polluants à certains endroits. Les êtres humains expirent de l'humidité et du dioxyde de carbone, qui peuvent s'accumuler dans les chambres à coucher pendant la nuit. Laisser les portes des chambres à coucher ouvertes au cours de la nuit contribuera au maintien d'une bonne QAI en permettant à l'air frais d'y pénétrer.

En fait, l'air de ventilation doit être distribué aux pièces occupées. Le système de ventilation devrait donc être conçu et utilisé en conséquence.

Occupants

Le comportement et le mode de vie des occupants jouent souvent un rôle majeur dans la distribution efficace de l'air de ventilation naturelle dans les habitations. L'utilisation des fenêtres pour aérer varie en plus d'être difficile à prévoir, puisqu'elle dépend de facteurs comme les odeurs (à l'intérieur ou à l'extérieur), la perception des courants d'air, la présence de bruits extérieurs, l'intimité et la sécurité (SCHL, 2004a). Elle va des maisons aux fenêtres toujours ouvertes à celles où elles demeurent fermées en permanence.

Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment est un élément important à considérer, notamment en ce qui concerne les exigences en matière de ventilation mécanique. Avant de poser un nouveau système de ventilation dans une maison existante, il serait bon de mesurer

l'étanchéité de la maison, les résultats pouvant permettre de déterminer le type de système de ventilation qui saurait le mieux répondre aux besoins du propriétaire ou s'il y a risque de dépressurisation excessive dans la maison. L'essai d'étanchéité à l'air peut également permettre d'identifier des fuites majeures et un fonctionnement défectueux du système de ventilation.

L'étanchéité à l'air peut devenir un problème de sécurité lorsqu'il s'agit de hottes de cuisine puissantes et d'autres ventilateurs d'extraction qui peuvent contribuer à la dépressurisation de la maison. Les ventilateurs plus puissants (débit supérieur à environ 90 – 180 L/s [200 – 400 pieds cubes par minute]) ont besoin d'un plus grand apport d'air ou de conduits d'air pour introduire de l'air de compensation (Holladay, 2013). L'absence d'un apport adéquat d'air de compensation pourrait provoquer le refoulement des cheminées et des conduits d'évacuation des produits de la combustion du gaz, qui pourrait conduire à une diminution de la QAI et à une augmentation des niveaux de monoxyde de carbone. Lors de la pose de hottes de cuisine ou de ventilateurs d'extraction puissants, l'installateur pourra déterminer le meilleur moyen d'introduire de l'air de compensation.

Variations saisonnières

Par temps chaud, lorsque plusieurs fenêtres sont ouvertes, les maisons ont généralement une ventilation adéquate qui permet d'éliminer de façon efficace les polluants de l'air intérieur. Il convient de noter qu'en été le mouvement de l'air par les baies de fenêtre est moindre, les différences de température entre l'intérieur de l'habitation et l'extérieur étant plus faibles. Toutefois, si les fenêtres sont fermées (en raison de la climatisation, p. ex.), il est probable que les maisons plus étanches soient sous-ventilées à moins d'avoir installé un système de ventilation mécanique. La sous-ventilation peut également survenir au printemps ou en automne si les fenêtres sont fermées et les conditions extérieures tempérées. Un taux de renouvellement de l'air inadéquat peut causer de nombreux problèmes d'environnement comme une mauvaise QAI, un fort taux d'humidité et la formation de condensation sur les fenêtres par temps froid.

Zone climatique ou géographique

L'emplacement géographique peut considérablement influer sur le choix du système de ventilation et son fonctionnement. Contrairement aux propriétaires vivant dans les régions plus froides du Canada, ceux des régions plus chaudes peuvent laisser leurs portes et leurs fenêtres ouvertes pendant la majeure partie de l'année, ce qui leur permet de profiter de la ventilation naturelle et de réduire leur consommation d'énergie. Les climats plus froids obligent les propriétaires à utiliser surtout la ventilation mécanique pour s'assurer de bien ventiler leurs maisons, les codes locaux du bâtiment exigeant probablement la pose de VRC ou de VRE. Les Canadiens vivant dans les régions au climat plus froid sont lourdement touchés par l'effet de cheminée et consomment plus d'énergie pour le chauffage domestique et le système de ventilation mécanique si leur maison n'est pas étanche.

La fabrication, la conception et l'installation des systèmes de ventilation mécanique et de leurs composants respectent les meilleures pratiques et les exigences du code du bâtiment qui varient d'une province à l'autre (BC Housing, 2015). Certaines provinces exigent l'installation de VRC dans les maisons neuves, alors que la pose de systèmes équilibrés ou à simple extraction est

permise dans le cadre de rénovations. Les propriétaires devraient connaître ces contraintes provinciales lorsqu'ils apportent des modifications à leurs systèmes de ventilation résidentielle.

Polluants de l'air extérieur

L'objectif de la ventilation est d'utiliser de l'air extérieur propre pour diluer les polluants de l'air intérieur. Toutefois, la qualité de l'air extérieur varie sensiblement d'une région à l'autre et selon l'heure et la saison. Par exemple, aérer avec de l'air extérieur ayant une concentration élevée de pollen, de spores, de fumée de bois et d'autres gaz pourrait s'avérer moins avantageux et plus complexe. L'air extérieur pollué peut être épuré dans une certaine mesure par des filtres d'admission qui retiennent les grosses particules, mais pas les particules fines et les gaz réactifs. En période de forte pollution de l'air extérieur (les jours de smog, p. ex.), il pourrait être avantageux de baisser les taux de ventilation (naturelle ou mécanique) pour réduire l'entrée des contaminants de l'air extérieur. Il a été démontré qu'un ajustement des systèmes de ventilation leur permettant de fonctionner plus tôt le matin avant l'heure de pointe permettait d'importantes réductions des polluants issus du trafic routier dans les écoles (MacNeill et al., 2016). Il convient toutefois de faire preuve d'une certaine prudence, une réduction de la ventilation pouvant accroître les concentrations de contaminants de l'air intérieur.

Les sources locales de polluants de l'air extérieur jouent également un rôle déterminant dans le choix de l'emplacement, de l'orientation et de la hauteur des entrées d'air (McKone et Sherman, 2003). Par exemple, un barbecue devrait être tenu éloigné de toute entrée d'air ou de toute fenêtre ouverte pour éviter l'infiltration de polluants nocifs dans l'habitation.

UTILISER LA VENTILATION POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Une approche adoptée pour améliorer la QAI consiste à augmenter les taux de ventilation au moyen d'appareils existants. Par exemple, une maison équipée d'un générateur d'air pulsé est déjà munie d'un réseau de conduits distribuant de l'air à chaque pièce et d'un ventilateur pour faire circuler cet air. Certains générateurs d'air chaud ont déjà un dispositif de compensation raccordé à leur sortie d'air. Si un ventilateur de salle de bain ou de cuisine est utilisé pour expulser l'air d'une pièce, un volume équivalent d'air frais sera admis par le générateur d'air chaud ou les fissures et les orifices de l'enveloppe du bâtiment. Si le générateur d'air chaud ou le climatiseur fonctionne plusieurs fois par heure, cet air frais sera alors mélangé à l'air intérieur de toutes les pièces. Si par contre ces appareils sont éteints, le ventilateur fonctionnant sans interruption ou par l'intermédiaire d'un régulateur de cycles brassera cet air et le fera circuler à travers la maison. Il semble s'agir de la solution la mieux adaptée aux problèmes de ventilation. Il convient de noter que les générateurs d'air chaud et leurs conduits d'air doivent être entretenus régulièrement et que de nouveaux filtres à air et qu'un nettoyage périodique sont essentiels à une ventilation adéquate. L'augmentation de la ventilation peut rapidement réduire les odeurs et l'humidité non désirées.

Certaines pièces plus problématiques devront peut-être avoir recours à d'autres méthodes de ventilation. Par exemple, si durant la nuit un propriétaire préfère tout de même garder fermée la porte d'une pièce considérée comme étant étouffante, une solution consistera à faire fonctionner le ventilateur du générateur d'air chaud sans interruption ou à installer le régulateur de cycles abordé ci-dessus. Le ventilateur de la salle de bain attenante peut également fonctionner sans interruption pendant la nuit. Un ventilateur silencieux constituerait alors la solution idéale – un vieux ventilateur bruyant peut être facilement remplacé par un ventilateur à faible sone (silencieux).

Les méthodes de ventilation des habitations munies d'un générateur d'air chaud sans ventilateur sont plutôt limitées. Bien qu'il soit toujours possible d'ouvrir les fenêtres plus souvent, cette méthode n'est pas aussi commode et fiable (et sécuritaire) qu'un système de ventilation mécanique.

La pose d'un système de ventilation dans une maison existante est complexe – il est essentiel de bien comprendre les caractéristiques propres à chaque maison ainsi que les facteurs qui influent sur la ventilation. Cela peut nécessiter l'installation d'un système à simple extraction, d'un nouveau générateur d'air chaud, de nouveaux conduits, d'un VRC ou d'un VRE. Toute modification apportée au système de ventilation doit tenir compte du fait que l'admission d'air extérieur influe sur les charges de chauffage et de refroidissement de la maison. Ces modifications devraient être effectuées par un professionnel ou une personne ayant une vaste expérience en construction ou en rénovation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASHRAE (2016a) "Standard 62.1. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality." American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ASHRAE (2016b) "Standard 62.2. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings." American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

BC Housing (2015) "Heat Recovery Ventilation Guide for Houses." Homeowner Protection Office, Branch of BC Housing, Colombie-Britannique, Canada.

BC Housing (2011) "What is a Building Envelope", Homeowner Protection Office, Branch of BC Housing, Colombie-Britannique, Canada.

CAN/CGSB (2005) "51.71. Depressurization Test." Office des normes générales du Canada.

CAN/CSA (2014) « F326 FM91. Ventilation mécanique des habitations ». Association canadienne de normalisation.

CNB (2010) « Code national du bâtiment du Canada ». Conseil national de recherches du Canada.

Fisk, W.J. et Chan, W.R. (2017) "Effectiveness and cost of reducing particle-related mortality with particle filtration." Indoor Air (sous presse).

Haysom, J.C. et Reardon, J.T. (1998) « Pourquoi les maisons ont besoin de ventilation mécanique ». Solutions constructives, n° 14. Institut de recherche en construction (IRC), Conseil national de recherches du Canada.

Holladay, M. (2013) "How to Provide Makeup Air for Range Hoods." *Fine Homebuilding*, vol 232, pp. 53.

Lajoie, P., Aubin, D., Gingras, V., Daigneault, P., Ducharme, F.M., Gauvin, D., Fugler, D., Leclerc, J-M, Won, W., Courteau, M., Gingras, S., Héroux, M-E, Yang, W. et Schleiginger, H. (2015) « Étude des impacts de la ventilation sur la qualité de l'air intérieur et la santé respiratoire des enfants souffrant de symptômes reliés à l'asthme dans les habitations (Projet IVARE) ». Institut national de santé publique.

MacNeill, M., Dobbin, R., St-Jean, M., Wallace, L., Marro, L., Shin, T., You, H., Kulka, R., Allen, R.W., Wheler, A.J. (2016) "Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools?" *Indoor Air*, vol 26, pp. 687.

Matz, C., Steib, D. et Brion, O. (2015) "Urban-rural differences in time-activity patterns, occupational activity and housing characteristics." *Environmental Health*, vol. 14, pp. 88.

McKone, T.E. et Sherman, M.H. (2003) "Residential ventilation standards scoping study." Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California.

NREL (2008) "Field Test of Room-to-Room Distribution of Outside Air with Two Residential Ventilation Systems." National Renewable Energy Laboratory. http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/41210.pdf (Consulté le 30 novembre 2015).

Parekh, A., Roux, L. et Gallant, P. (2007) "Thermal and Air Leakage Characteristics of Canadian Housing." 11th Canadian Conference on Building Science and Technology, Banff, Alberta.

Reardon, J.T. (2008) « Évaluation de la ventilation naturelle dans les bâtiments résidentiels au Canada ». Société canadienne d'hypothèques et de logement.

RNCan (2015) « Ventilateurs-récupérateurs de chaleur et d'énergie ». Ressources naturelles Canada. [En ligne]. http://www.rncan.gc.ca/energie/produits/categories/climatisation-ventilation/ventilation/vre/16198 (Consulté le 30 novembre 2015).

Santé Canada (2016) « L'humidité relative dans l'air intérieur : Fiche de renseignements ». Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-33/2016F-PDF.

Santé Canada (2015a) « Les particules fines présentes dans l'air intérieur ». Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-25/2015F-PDF.

Santé Canada (2015b) « Les acariens de la poussière de maison ». Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-22/2015F-PDF.

Santé Canada (2015c) « Les acariens de la poussière de maison dans le milieu intérieur résidentiel ». Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-23/2015F-PDF.

Santé Canada (2015d) « Réduire l'exposition résidentielle aux particules fines ($PM_{2,5}$) ». Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-24/2015F-PDF.

Santé Canada (2014) « Monoxyde de carbone. » Gouvernement du Canada, Ottawa. Cat. : H144-17/2014F-PDF.

SCHL (2015) « Écolo-fiche. Le ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) ». Société canadienne d'hypothèques et de logement. [En ligne]. https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/ecfi/ecfi_006.cfm (Consulté le 30 novembre 2015).

SCHL (2010) « Votre maison : L'entretien d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) ». Société canadienne d'hypothèques et de logement.

SCHL (2004a) « Le point en recherche 04-117. Analyse de la performance des installations de ventilation de maisons neuves en Ontario ». Société canadienne d'hypothèques et de logement.

SCHL (2004b) « Le point en recherche 04-121. Essai en service d'appareils ne rejetant pas d'émanations de gaz de combustion ». Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Van Ryswyk, K. (2017) "Bathroom fan and range hood data compiled from Health Canada studies conducted in Regina, Edmonton, Halifax, and Montreal" (non publié).

Weichenthal, S., Mallach, G., Kulka, R., Black, A., Wheeler, A., You, H., St-Jean, M., Kwiatkowski, R. et Sharp, D. (2013) "A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community." *Indoor Air*. 23:175-184.

ANNEXE 1

Tableau 1. Appareils de ventilation couramment utilisés et détails relatifs aux coûts, à l'entretien et à leur utilisation générale

Catégorie	Appareil	Utilisation prévue	Coûts de l'appareil et de son installation	Coûts de fonctionnement (en matière d'énergie)	Exigences en matière d'entretien	Acceptation et utilisation par le propriétaire
Systèmes à simple extraction	Ventilateur d'extraction de salle de bain	Expulser l'humidité et les odeurs de la salle de bain.	Faibles	Faibles. Certains ventilateurs consomment moins de 20 W. L'utilisation d'une minuterie peut réduire les coûts de fonctionnement.	Faibles. Dépoussiérer périodiquement la grille de plafond au moyen d'un aspirateur.	Couramment accepté. Les propriétaires sont réticents à utiliser des ventilateurs bruyants sur une période prolongée.
	Ventilateur d'extraction de salle de bain répondant aux exigences de ventilation domestique du code.	Augmenter le taux de ventilation de l'habitation. Un système mécanique (le ventilateur de recirculation du générateur d'air chaud, p. ex.) distribue l'air frais admis à travers toute la maison. Les évents de salle de bain servent parfois d'évents de sortie d'air pour les VRC et les VRE.	Modérés à élevés. Ce type d'installation nécessite un ventilateur plus durable et plus cher ainsi qu'un raccordement au système de distribution d'air de l'habitation (il peut être très coûteux s'il n'y a pas de générateur d'air chaud).	Faibles à élevés. Les coûts de fonctionnement du ventilateur peuvent être faibles, alors que les coûts se rattachant à la distribution d'air peuvent être faibles à élevés selon l'efficacité du ventilateur. Comme il n'existe pas de dispositif de récupération de la chaleur, il est plus coûteux de traiter l'air avec ce type d'appareil qu'avec un VRC à débit équivalent.	Faibles.	Déroutant pour les installateurs et les propriétaires, les raccordements du ventilateur et ceux du ventilateur de recirculation étant souvent oubliés ou mal faits.

Catégorie	Appareil	Utilisation prévue	Coûts de l'appareil et de son installation	Coûts de fonctionnement (en matière d'énergie)	Exigences en matière d'entretien	Acceptation et utilisation par le propriétaire
	Ventilateur d'extraction de cuisine	Éliminer de la cuisine l'humidité et les odeurs s'échappant directement au-dessus de la cuisinière. Les ventilateurs sans sortie extérieure ne font que répandre les odeurs et l'humidité dans la cuisine.	Modérés à élevés. Varient selon la puissance des appareils et la complexité de l'installation. Les ventilateurs de cuisine à débit élevé peuvent nécessiter un système d'air de compensation.	Modérés. Les débits élevés nécessitent le conditionnement d'un volume d'air extérieur équivalent. Aucune récupération de la chaleur.	Faibles. La grille, les conduits et le capuchon d'évacuation nécessitent au moins un nettoyage annuel si le ventilateur est souvent utilisé.	Ne fait généralement pas partie d'un système de ventilation desservant toute la maison en raison de sa taille et de son emplacement. Pourrait être désigné comme un ventilateur d'évacuation domestique pour satisfaire au code. Plus bruyant qu'un ventilateur de salle de bain la plupart du temps.
	Ventilateur d'extraction central	Ventilation additionnelle. Un ventilateur d'extraction raccordé à plusieurs salles de bain ou d'autres pièces.	Modérés.	Faibles. Consommation d'électricité relativement faible, mais aucune récupération de la chaleur. L'utilisation d'une minuterie peut réduire au maximum les coûts de fonctionnement.	Faibles.	Rare en raison de nouveaux ventilateurs de salle de bain plus efficaces et plus silencieux.

Catégorie	Appareil	Utilisation prévue	Coûts de l'appareil et de son installation	Coûts de fonctionnement (en matière d'énergie)	Exigences en matière d'entretien	Acceptation et utilisation par le propriétaire
Simple alimentation (passive)	Conduit de distribution d'air sans moteur, raccordé au conduit de reprise du générateur d'air chaud	Ventilation simple et rentable. L'air frais est acheminé au conduit de reprise du générateur d'air chaud; le débit d'admission de l'air augmente lorsque le ventilateur du générateur d'air chaud est en marche. Fourni de l'air de compensation au générateur à gaz ou à mazout à ventilation naturelle.	Faibles.	Faibles. Aucune récupération de la chaleur. Diamètre souvent trop petit pour permettre une entrée d'air de ventilation suffisante.	Faibles. Nettoyer la grille d'entrée d'air tous les deux mois.	Autrefois couramment utilisé en Ontario, en Saskatchewan, au Manitoba, en Alberta et en Colombie-Britannique. Les propriétaires n'en connaissent généralement pas l'existence. Peut provoquer des courants d'air froid lorsque le générateur d'air chaud est en marche. N'est pas efficace si le ventilateur du générateur d'air chaud est éteint.
Systèmes à simple alimentation	Ventilateur de soufflage central	Admission d'air de ventilation dans l'habitation. Peut inclure un élément chauffant. Peut être raccordé au conduit de reprise du générateur d'air chaud.	Modérés. L'élément chauffant et les commandes peuvent en augmenter le prix.	Modérés. Aucune récupération de la chaleur. Il peut être coûteux de chauffer l'air froid d'admission à l'électricité.	Modérées. Nettoyer la grille d'entrée d'air. Entretenir au moins une fois l'an les dispositifs de chauffage.	Rare. Non recommandés dans les habitations canadiennes en raison de la création d'une pression positive dans la maison en hiver, ce qui pourrait entraîner des dommages dus à l'humidité dans les murs.

Catégorie	Appareil	Utilisation prévue	Coûts de l'appareil et de son installation	Coûts de fonctionnement (en matière d'énergie)	Exigences en matière d'entretien	Acceptation et utilisation par le propriétaire
Systèmes équilibrés	Échangeur d'air	Ventilation simple et rentable. Conduits d'évacuation et de distribution dans la maison, parfois combinés dans une boîte.	Modérés. Rudimentaire. Nécessite des conduits.	Modérés. Il est difficile à contrôler. Il est difficile d'estimer le volume d'air frais introduit.	Modérées. Nettoyer la grille d'entrée d'air.	Utilisé dans l'Est canadien. Peu efficace.
	VRC raccordé aux conduits du générateur de chaleur	Ventilation avec récupération de chaleur. VRC raccordé aux conduits de reprise du générateur d'air chaud.	Élevés à très élevés. Parmi les options les plus chères.	Faibles à modérés. Reposent sur l'efficacité du ventilateur du générateur d'air chaud et du VRC. Les coûts de chauffage devraient être moins élevés qu'avec d'autres options en raison de la récupération de la chaleur.	Modérées. Entretenir les filtres et les grilles tous les deux mois et le noyau une fois l'an.	Système de ventilation standard pour toutes les maisons canadiennes écoénergétiques. Fonctionne généralement sans interruption. Les prochains propriétaires de la maison pourraient l'éteindre. Simple pour la plupart des propriétaires.
	VRC à conduits distincts	Ventilation avec récupération de chaleur. VRC avec des conduits distincts pour l'air vicié et la distribution d'air frais aux pièces de l'habitation.	Élevés à très élevés. Option la plus chère; coûts additionnels pour les conduits.	Faibles. Peut avoir les coûts de fonctionnement les plus faibles : permet d'économiser plus d'énergie que les autres options. Rechercher les moteurs de ventilateur à haute efficacité pour un fonctionnement économique.	Modérées. Comme ci-dessus.	Comme ci-dessus.

Catégorie	Appareil	Utilisation prévue	Coûts de l'appareil et de son installation	Coûts de fonctionnement (en matière d'énergie)	Exigences en matière d'entretien	Acceptation et utilisation par le propriétaire
	VRE	Ventilation avec récupération d'humidité et de chaleur. Constitue essentiellement un VRC qui peut transférer l'humidité pour éviter un air trop sec en hiver et un taux d'humidité excessif en été.	Élevés à très élevés. Équivalents à un VRC.	Faibles à modérés. Équivalents à un VRC.	Modérées. Équivalentes à un VRC.	Équivalentes à un VRC.